تأثير درجة حرارة التلبيد Sintering على امتصاصية الفيرايت السداسي $BaFe_{12}O_{19}$ للموجات الرادارية في النطاق السيني X-band

The Effect of The Temperature's Sintering on The Absorption of Hexagonal Ferrite $BaFe_{12}O_{19}$ For The RADAR Waves on X-band

د.هاشم علي يسر / قسم الفيزياء /كلية العلوم / جامعة واسط

الخلاصة

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة تأثير درجة حرارة التلبيد Sintering على امتصاصية الفيرايت السداسي نوع M– ($BaFe_{12}O_{19}$) للموجات الرادارية ذات النطاق السيني X-band وبترددات تتراوح بين (8-12) GHz ، حيث تم تلبيد عينتان من هذا الفيرايت بدرجتي حرارة 1100 C° و 1300 C° أي قبل وبعد اكتمال تكون الفيرايت حيث يكتمل عند الدرجة 1250 C ، فتم ملاحظة أن العينة الملبدة بدرجة حرارة 1100 C° تكون أمتصاصيتها أفضل من العينة الملبدة بدرجة حرارة 1300 C° وذلك بسبب عدم تكامل الفيرايت في هذه الدرجة ومروره بأطوار وسطية تمكن الفيرايت من امتصاص الأشعة الرادارية (أو الموجات الدقيقة Microwave) ، أما العينة الثانية فيكون الفيرايت فيها قد اكتمل تكونه والذي يكون تردده الرنيني خارج النطاق السيني X-band .

Abstract

This study aim to know the effect of the temperature's sintering on the absorption of M-Type hexagonal ferrite $BaFe_{12}O_{19}$ for the RADAR waves on X-band with (8-12) GHz frequencies. Two samples had been sintered from this type of ferrite with two temperatures; 1100 C° and 1300 C° i.e before and after the complete formed of ferrite with temperature,1250 C .We can note that the first sample which was sintered with 1100 C° is the best absorption from the other sample which was sintered with 1300 C° , because the ferrite is not completely formed in this temperature and the ferrite was passed with different phases led to the absorption of the RADAR waves (or Microwave) , but at the other sample , the ferrite was completely formed and the resonance frequencies lay out the X-band.

الجزء النظري

تتضمن تقنية الشبح Stealth Technique طريقتان رئيسيتان هما المواد الماصة للأشعة الرادارية RAM والتراكيب الماصة للأشعة الرادارية RAS والتي تتسبب في تقليل مساحة المقطع الراداري RCS ومن أبرز المواد الماصة للأشعة الرادارية RAM هي المواد الفيريمغناطيسية Ferrimagnetic والتي أصطلح عليها بمواد الفيرايت Ferrite وهي مواد شبه موصلة ذات نفاذية مغناطيسية ومقاومية عاليتين وذات موصلية كهربائية قليلة مما يمكن الموجات الدقيقة من اختراق سطوحها ويتفاعل المجال المغناطيسي للموجة مع العزم المغناطيسي لهذه المواد مما يؤدي إلى امتصاص الموجة الداخلة ، و هناك عدة أنواع من الفيرايت هي فيرايت السبينل Spinel والغارنيت Garnet والفيرايت السداسي Hexagonal . إن وحدة الخلية لهذا النوع من الفيرايت تأخذ الصيغة $MFe_{12}O_{19}$ حيث يمثل الحرف M فلز ثنائي التكافؤ مثل الباريوم Ba أو الرصاص Pb أو غيره ، ويستخدم الباريوم بشكل واسع في تطبيقات الموجات الدقيقة ويعد فيرايت الباريوم نوع-M (M-Type) من أهم هذه المواد ويأخذ الصيغة الآتية $BaFe_{12}O_{19}$ ويطلق عليه تجاريا اسم Ferroxdure .

الجزء العملي

استخدمت الطريقة السيراميكية في تحضير الفيرايت السداسي نوع-M ($BaFe_{12}O_{19}$) وكالاتي:

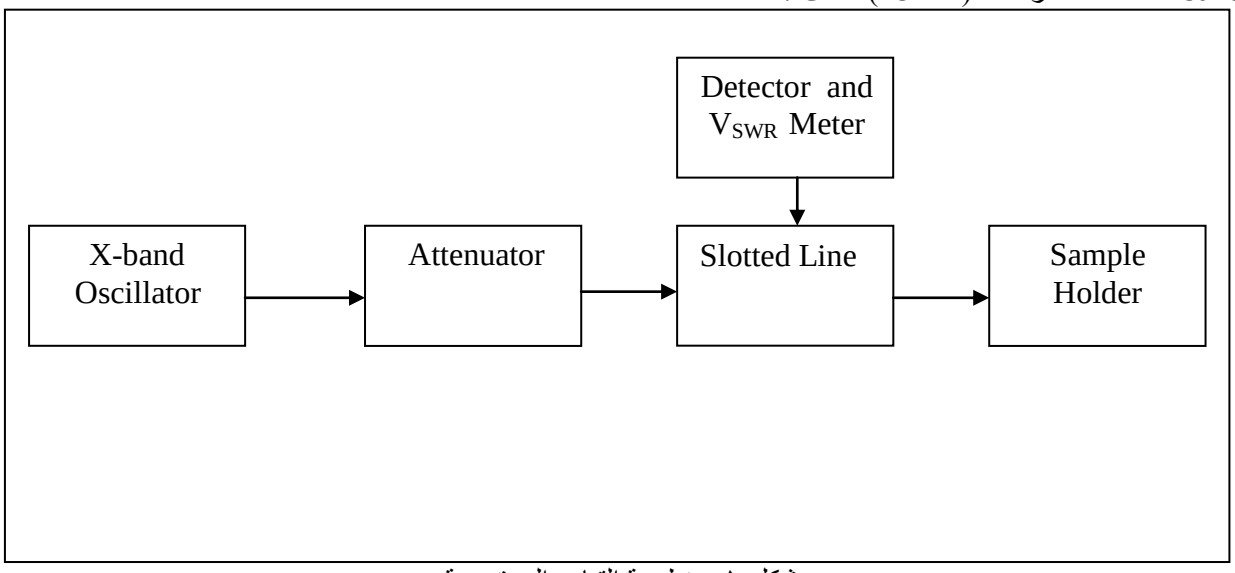
1- تم استخدام المواد الأولية الآتية:

ت	المادة الأولية	النسبة
1	اوكسيد الحديديك Fe_2O_3	6/7
2	كاربونات الباريوم $BaCo_3$	1/7

وأستخدم ميزان حساس للحصول على هذه النسب.
2- تم طحن المواد الأولية بشكل جيد حتى تم الحصول على حبيبات بقطر (100 µm) .
3- تم مزج المواد الأولية مزجا جيدا مع كمية من الماء المقطر اللاايوني لمدة عدة ساعات ثم جفف وطحن المسحوق جيدا بواسطة هاون يدوي للحصول على خليط متجانس ذات حجوم صغيرة جدا.
4-تم تلبيد Sintering المسحوق تلبيدا أوليا بدرجة حرارة $950\ C^{\circ}$ داخل فرن كهربائي للحصول على مسحوق فيرايتي متفاعل جزئيا ولمدة عشرين ساعة ثم يترك ليبرد بشكل حر داخل الفرن .
5- طحن المسحوق ثانية بشكل جيد للتمهيد لعملية الكبس .
6 – أخذت 10 gm من المسحوق لكل عينة.
٧- كبست عينتان بمكبس هيدروليكي ذات قالب بقطر 3 Cm وبسمك 5 mm جاهزة للتلبيد النهائي.
٨- لبدت Sintered العينتان بدرجتين مختلفتين أحداهما $1100\ C^{\circ}$ والثانية $1300\ C^{\circ}$ وكلا على حدة ولمدة عشرين ساعة ثم تركتا لتبردا بشكل حر داخل الفرن .
٩- تم في نهاية هذه العملية الحصول على عينتين كل منهما ذات قطر 3Cm وبسمك 5 mm أحداهما ملبدة بدرجة $1100\ C^{\circ}$ والثانية ملبدة بدرجة $1300\ C^{\circ}$ ، وهما جاهزتان لقياس امتصاصيتهما للأشعة الرادارية في النطاق السيني X-band ذات الترددات (8-12) GHz .

منظومة القياس

يوضح الشكل -١- منظومة القياس المستخدمة لقياس الامتصاصية للأشعة الرادارية في النطاق السيني X-band ذات الترددات (8-12) GHz .



شكل-١- منظومة القياس المستخدمة.

يتم قياس معامل التوهين Attenuation Coefficient للأشعة الرادارية بطريقة قياس نسبة الموجة الواقفة V_{SWR} ومن ثم يتم حساب معامل التوهين وكالاتي :

$$Atten.\,\text{Coeff.} = 20\ \log\ R \qquad (1)$$

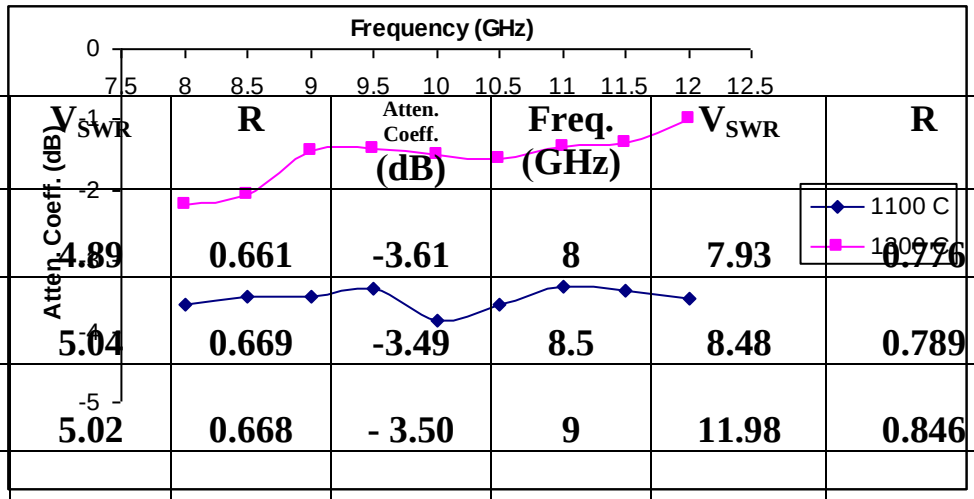
حيث أن R هو معامل الانعكاس Reflection Coefficient ويساوي :

$$R = \frac{V_{SWR} - 1}{V_{SWR} + 1} \qquad (2)$$

النتائج والمناقشة

جدول رقم -1- معامل التوهين لكلا العينتي

$BaFe_{12}O_{19}$ $1300\ C^{\circ}$	$BaFe_{12}O_{19}$ $1100\ C^{\circ}$



Freq. (GHz)	V_{SWR}	R	Atten. Coeff. (dB)	Freq. (GHz)	V_{SWR}	R	Atten. Coeff. (dB)
8	4.89	0.661	-3.61	8	7.93	0.776	-2.20
8.5	5.04	0.669	-3.49	8.5	8.48	0.789	-2.06
9	5.02	0.668	- 3.50	9	11.98	0.846	-1.45
9.5	5.17	0.676	-3.40	9.5	12.33	0.850	-1.41
10	4.60	0.643	-3.84	10	11.58	0.841	-1.50
10.5	4.88	0.659	-3.62	10.5	11.19	0.836	-1.55
11	5.21	0.678	-3.37	11	12.60	0.853	-1.38
11.5	5.13	0.674	-3.43	11.5	13.18	0.859	-1.32
12	4.97	0.665	-3.54	12	17.69	0.893	-0.98

شكل -1- معامل التوهين لكلا العينتين في النطاق السيني.

من ملاحظة الشكل -1- نجد أن هناك توهينا للموجات الرادارية بشكل قليل نسبيا في النطاق السيني X-band لان الترددات الرنينية للفيرايت السداسي تكون خارج النطاق السيني ، ونلاحظ ان العينة الملبدة بدرجة حرارة 1100 C° تكون اكثر امتصاصا وتوهينا للاشعة الرادارية لان الفيرايت في هذه الدرجة يكون غير مكتمل ويمر باطوار وسطية تمكن الفيرايت من امتصاص الموجة الرادارية علما إن آلية الامتصاص في الفيرايت تكون بسبب حركة جدار الحقول المغناطيسية Domain Wall Movement و دوران اتجاهات الحقول المغناطيسية Domain Rotation . اما فيما يخص العينة الثانية الملبدة بدرجة حرارة 1300 C° فيكون التوهين والامتصاصية للاشعة الرادارية قليلة نسبيا بسبب تكامل تكون الفيرايت في هذه الدرجة ويكون الترددالرنيني خارج منطقة النطاق السيني X-band . ان تكامل تكون الفيرايت السداسي هو عند الدرجة 1250 C تقريبا لذا

تكون الامتصاصية قبل تكونه بشكل كامل دليل على مروره باطوار وسطية تمتص الاشعة الرادارية بالاليتين المذكورة انفا ، ونلاحظ ان افضل امتصاصية هي عتد التردد 10 GHz للعينة الاولى أي حدوث امتصاص رنيني عند هذا التردد.

المصادر

1- W.H.V.Aulok,"Handbook of Microwave Ferrite Materials,"Acad. ,NewYork ,1965.

2- K.J.Vinoy ,R.M.Jha,"Radar Absorbing Materials,"National Aerospace Laboratories ,India,1996.

3- K.J.Standly ,"Oxide Magnetic Materials,"Clarendon Press,2nd Ed,Oxford,1972.

4- O. Kitakami,et al,"A Study of the Magnetic Domains of Isolated Fine Particles of Bariume Ferrite ," Japanese Journal of Applied Physics ,Vol.27,No.12,December,1988,pp,2274-2277

5- F.Schumacher ,et al ,"Static Magnetic Properties and Microwave Absorption of $BaFe_{12}O_{19}$ At Law Temperature ," Journal of Magnetism and Magnetic Materials 83(1990) 219-220.

6- Yung-Tsen Chien ,Yung-Chao Ko,"The Effect of Silica Characterization on The Microstructure of $BaFe_{12}O_{19}$ Ferrite ,"Journal of Materials Science 25 (1990) 1711-1714.

7-A.Tennant ,B.Chambers,"A daptive Radar Absorbing Structure With PIN Diode Controlled Active Frequency Selective Surface ," Smart Mater. Struct. 13(2004) 122-125.

8- M.R.Meshram ,et al,"Development and Characterization of Hexagonal Ferrite Based Microwave Absorbing Paints at Ku-Band ," IETE Journal of Research Vol.47,No. 5 ,pp.259-264,2001.